

# 基于 S3C2410 嵌入式无线视频监控系统的的设计

钱华明, 刘英明, 张振旅

(哈尔滨工程大学 自动化学院, 黑龙江 哈尔滨 150001)

**摘要:** 介绍了一种基于 S3C2410 硬件平台和嵌入式 Linux 操作系统的视频监控系统的总体设计方案, 在嵌入式 Linux 平台下利用软件实现视频数据的采集、MPEG-4 编码和网络传输; 阐述了系统的总体结构和各部分功能特点, 选择 xvidcore 作为本系统中视频图像压缩模块中的核心算法; 采用以嵌入式 Linux 系统为核心, 基于其良好的网络功能, 通过 USB 摄像头实时获取视频和 CDM A 模块完成无线网络及 Internet 的接入; 控制终端利用 Wi-Fi 无线局域网技术通过 AP 接入 Internet, 真正实现视频监控的无线化, 满足无线视频监控系统的要求。

**关键词:** 视频采集; MPEG-4 编码; 嵌入式 Linux; CDM A 网络; Wi-Fi

## Design of Embedded Wireless Video Monitor System Based on S3C2410

Qian Huaming, Liu Yinming, Zhang Zhenlv

(College of Automation, Harbin Engineering University, Harbin 150001, China)

**Abstract:** A scheme of the video monitored control system based on S3C2410 hardware platform and embedded Linux have been introduced. Under embedded Linux, video data collecting, MPEG-4 coding and transmitting were implemented by utilizing software. After expatiating overall framework and detailed functions of each part, Xvidcore was chosen as core algorithm in video and image compression module. It pivoted on embedded Linux system based on its excellent network function, seized real-time video by USB camera and got connected to wireless net and Internet through CDM A module. As the control terminal was connected to Internet via AP based on Wi-Fi technology, it truly implemented the video monitor being wireless, satisfying the demand of wireless video monitor system.

**Key words:** video collection; MPEG-4 coding; embedded Linux; CDM A network; Wi-Fi

## 0 引言

近年来, 随着人们对于社会安全和生产安全的关注, 数字视频监控在交通、医院、家居、银行、视频会议等领域得到广泛应用。传统的视频监控模式逐渐被淘汰, 基于 IP 的网络视频监控正在成为视频监控技术的主流<sup>[1]</sup>。未来数字视频监控系统将更便于布防, 更便于使用各种常见的个人终端设备进行监控。随着各种终端设备(手机、PDA)不断普及, 以及无线传输技术和数字成像技术的发展, 在移动设备上进行视频监控将成为监控领域的一个热点<sup>[2]</sup>。本文介绍的嵌入式远程视频监控系统就是充分利用 CDMA 无线网络技术和嵌入式系统的特点而搭建的数据传输系统, 特别适合不具备常规网络传输条件的地方使用, 例如车载视频监控系统、交通路口(车牌实时监控)及城市路灯的监控等。

## 1 无线视频监控系统总体设计

无线视频监控系统采用嵌入式技术、MPEG-4 图像编码技术及 CDMA 无线传输技术, 把从 USB 摄像头采集到的数据经过压缩编码后, 通过智能无线通讯模块发送到 CDMA 网络, 这样便可以实现视频数据的点对点、点对多点交互传输。在控制终端控制中心主机可以通过 AP (Access Point) 登陆到 Internet 上, 运行服务器端软件就可以浏览由监控点传输来的图像<sup>[3]</sup>, 真正实现整个监控系统的无线化。系统结构图如图 1 所示。

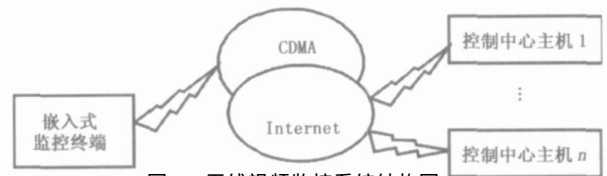


图 1 无线视频监控系统结构图

## 2 系统硬件平台设计

本文使用的系统平台硬件构成如图 2 所示。该平台采用 Samsung 公司的 S3C2410 芯片作为硬件平台的中央处理器, 该芯片内部集成了 ARM 920T 核心处理器的 32 位微控制器, 具有指令和数据 Cache、LCD 控制器、RAM 控制器、NAND Flash、3 路 UART、并行 I/O 口、触摸屏接口和 2 个 USB 接口控制器, 主频最高可达 203 MHz, 性价比高, 是目前常用于多媒体终端设备的微控制器<sup>[4]</sup>。

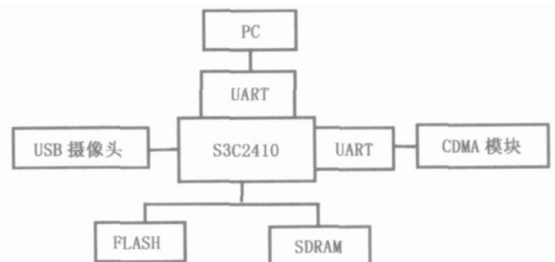


图 2 嵌入式无线视频监控系统硬件构成

由于剪裁后的 Linux 系统所占的存储空间非常小(只有几 MB), 我们采用 Nor Flash (S29AL016D70TFI020) 作为固态

收稿日期: 2008-11-18; 修回日期: 2008-12-28。

作者简介: 钱华明(1965-), 男, 安徽贵池人, 教授, 工学博士, 博士生导师, 主要从事导航制导与控制、嵌入式操作系统、传感器微弱信号检测及计算机控制技术等方面的研究。

存储器,容量为16 MB,通过16位数据总线与CPU交换数据;并利用其上端8 MB空间(0x00800000H~0x00ffffff)开辟了一个jffs2文件存储系统,存储系统的配置文件。64MB的SDRAM为2片K4S561632C,通过32位数据总线与CPU交换数据。

系统的USB摄像头采用OV511芯片的CMOS感光元件,它是一款高性能摄像机到USB接口控制芯片。USB摄像头直接为采集系统提供数字图像信号,免去了传统采集设备从模拟信号到数字信号的转换过程。同时,USB设备即插即用的特性使得更换设备更方便。CPU通过集成的USB Host接口直接与USB摄像头连接。考虑到监控与控制模块接口的要求,选用USB1.1接口的红外线摄像头。将采集到的视频图像数据放入输入缓冲区中,然后将缓冲区图像数据通过网络传输到远程控制中心。

通过MAX3232C电平转换芯片和RTL8019网络芯片转换成一个RS-232接口和一个以太网接口,用串口线和以太网网线与PC机相连,组成可以交叉编译的开发环境。通过CPU上集成的UART接口直接与CDMA Modem模块相连接,选用价格适中的AnyData公司的DTGS-800 CDMA模块。接收端,控制中心主机可以是笔记本电脑或PDA,他们通过AP与Internet连接,实时浏览前端采集来的视频数据。

### 3 系统软件设计

#### 3.1 系统软件设计思想

软件开发平台由三部分组成:系统引导加载程序(Boot Loader)、嵌入式Linux内核(Kernel)、文件系统(file system)及应用程序(application)。本设计中通过向ARM平台移植Boot loader实现系统的引导加载,Boot loader除了正常的引导嵌入式Linux外,还可以方便的切换到下载更新模式,利用TFTP功能对内核映像及文件系统实时更新。嵌入式操作系统采用Linux2.4.26,它具有内核小、效率高、源代码开放、内核直接提供网络支持等优点,但嵌入式系统的硬件资源毕竟有限,需要针对具体的应用通过配置内核、裁减shell和嵌入式C库对系统进行定制,使整个系统能够存放到容量较小的Flash中。作为一个操作系统,Linux内核主要负责程序的管理与调度、内存的管理及对外设的驱动和管理等。由于Linux内核采用模块化的设计,很多模块可以独立地加载或卸载<sup>[5]</sup>,因此对Linux内核重新编译,选择本系统嵌入式设备所需要的功能模块,如需要串口驱动、USB摄像头接口驱动(包含USB Host、USB Core和USB Device)、拨号网络应用,支持PPP、TCP/IP网络协议,其他都可以删除掉,使系统运行所需要的内核显著减小至1Mb以内。开发模式采用最为普遍的宿主开发模式,即在宿主机上编译内核及应用程序然后通过网口下载到目标平台上运行,通过串口打印调试信息。文件系统是嵌入式系统软件平台占用存储量最大的一部分,它存储了系统配置文件、系统程序和系统外设驱动程序。

#### 3.2 视频数据采集与压缩

Video4Linux(V4L)是嵌入式Linux下视频设备的内核驱动,它为Linux下的视频设备的应用程序编程提供了一系列的接口函数,通过这些函数,可以执行打开、读写、关闭等基本操作。在编译和配置内核阶段,必须增加V4L模块和USB摄像头驱动模块的支持。对于USB接口摄像头,其驱动程序中需要提供基本的I/O操作函数open、read、write、

close的实现,对中断的处理实现,内存映射功能以及对I/O通道的控制接口函数ioctl的实现等,并把他们定义在struct file operations中。这样当应用程序对设备文件进行诸如open等系统调用操作时,Linux内核将通过file operations结构访问驱动程序提供的函数。在系统平台上对USB摄像头进行驱动,首先把USB控制器驱动模块静态编译进内核,使平台中支持USB接口,再在需要使用摄像头采集时,使用insmod动态加载其驱动模块,这样摄像头就可正常工作了。利用V4LAPI获取视频图像一般有以下几步:(1)打开视频设备;(2)读取设备信息;(3)进行视频采集;(4)对采集的视频数据进行处理;(5)关闭视频设备。嵌入式Linux下视频数据采集流程图如图3所示。

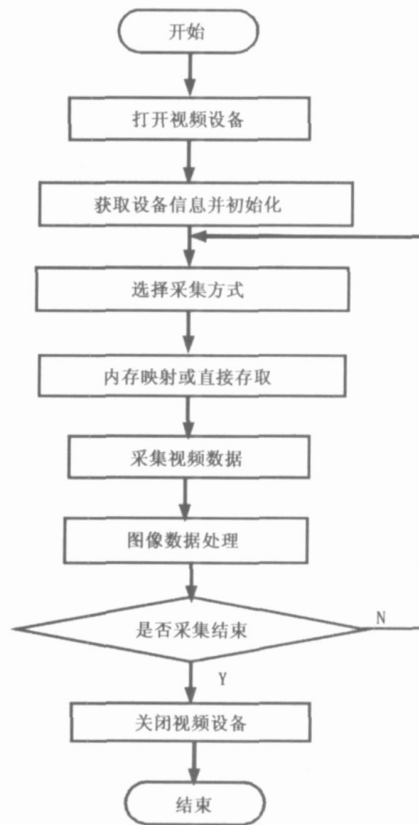


图3 视频采集流程图

摄像头在系统中对应的设备文件为/dev/video0,采用系统调用函数dev\_fd=open("dev/video0",O\_RDWR)来打开视频设备,在USB摄像头被驱动后,再利用Video4Linux支持的几个视频采集相关的数据结构进行编程,就可以实现视频数据的采集。利用ioctl(dev\_fd,VIDIOCGCAP,&capability)函数读取摄像头的属性,利用ioctl(dev\_fd,VIDIOCSPICT,&picture)函数获取图像的属性。以上初始化设备工作完成后,就可以对视频图像截取了。首先使用ioctl(dev\_fd,VIDIOCGMBUF,&dev\_vm)函数获得摄像头存储缓冲区的帧信息,之后修改video\_mmap中的设置,通过修改dev\_buf\_height,dev\_buf\_width及dev\_buf\_format重新设置图像帧的垂直及水平分辨率、彩色显示格式。使用函数dev\_data=(unsigned char\*)mmap(0,dev\_vm\_size,PROT\_READ|PROT\_WRITE,MAP\_SHARED,dev\_

fd 0) 操作, 这样设备文件的内容就被映射到内存区, 该映射内容区可读可写并且不同进程间可共享。使用 ioctl (devfd, VIDIOCSYNC, &vid\_mmap) 函数判断一帧图像是否截取完毕, 成功返回表示图像截取完毕并保存数据图像文件。为了得到连续帧视频图像, 可在单帧的基础上, 用 vid\_buf frames 值确定采集帧缓冲区帧数据进行循环的次数。在循环语句中, 也使用 VIDIOCM CAPTURE ioctl 和 VIDIOCSYNC ioctl 函数完成每帧截取, 但要给采集到的每帧图像赋地址, 利用语句 buf= map+vid\_buf off-sets [frame], 然后保存成文件的形式。若要继续采集可再加一个外循环, 在外循环语句只要给原来的内循环再赋 frame=0 即可。

由视频采集模块获取的视频图像需要在以太网上传输, 为了提高传输效率和视频图像质量, 则需要将原始的视频图像进行压缩编码。MPEG-4 标准以其高压缩率、高质量、低传输率成为目前网络多媒体传输的主要格式和标准, 因此选用 MPEG-4 视频编解码方案。与 MPEG-1 和 MPEG-2 相比, MPEG-4 有更高的压缩比, 它利用很窄的带宽, 通过帧重建技术来压缩和传输数据, 以求利用最少的数据获得最佳的图像质量<sup>[6]</sup>。在几种开放源代码的 MPEG-4 编码软件中, 选择 xvidcore 作为本系统中视频图像压缩模块中的核心算法。xvidcore 是一个高效的而且具有可移植性的编码软件。xvid 支持 Simple Profile 和 Advanced Profile, 支持 I/P Frames B-Frames Interlacing 和 GMC, 对 xvidcore-1.0.1 进行交叉编译比较简单, 有以下主要步骤。

- 1) 解压缩 xvidcore 源代码: tar -zxvf xvidcore-1.0.1.tar;
- 2) 设置环境变量: export xvidcore= "the path of xvidcore"; cd \$xvidcore/build/generic;
- 3) 生成 makefile: ./configure -host= local hostbuild= arm-linux-gcc;
- 4) 编译源代码: make; make install;
- 5) 将交叉编译生成的库文件 libxvidcore.so \*拷贝到交叉编译器工作目录的 lib 子目录中, 该库文件为系统的其它模块提供了编程接口。

### 3.3 视频数据网络传输与显示

压缩后的视频数据通过 CDMA 网络与 Internet 进行连接。CDMA (码分多址) 无线网络具有覆盖面广、高效、低成本的特点。为了满足网络音视频数据实时传输的时延和丢包要求, 需要通过实时传输协议 (RTP) 和实时传输控制协议 (RTCP) 配合使用提供数据实时传输和 Qos 服务。压缩编码后的视频数据由 RTP 分组模块处理, 加上报头打包成 RTP 包由传输模块发送出去<sup>[7]</sup>。接收端从端口获取数据包后写入接收缓冲区, 分离报头, 再经解码恢复成原始视频图像。控制流程是通过 RTCP 控制分组将接收端的描述信息反馈给发送端, 同时接收发送端的描述信息。发送端根据反馈信息监控网络的传输状况调整数据的传输速率。发送过程如图 4 所示。

至此, 已经建立了从图像采集、压缩到图像传输的完整的嵌入式监控系统。作为一个完全无线的视频监控系统, 接收端采用无线接入技术 Wi-Fi 接入, 该技术使用的是 2.4GHz 附近的频段, 其目前可使用的标准有两个, 分别是 IEEE802.11a 和 IEEE802.11b。Wi-Fi 的传输速度可以达到每秒 11M, 属

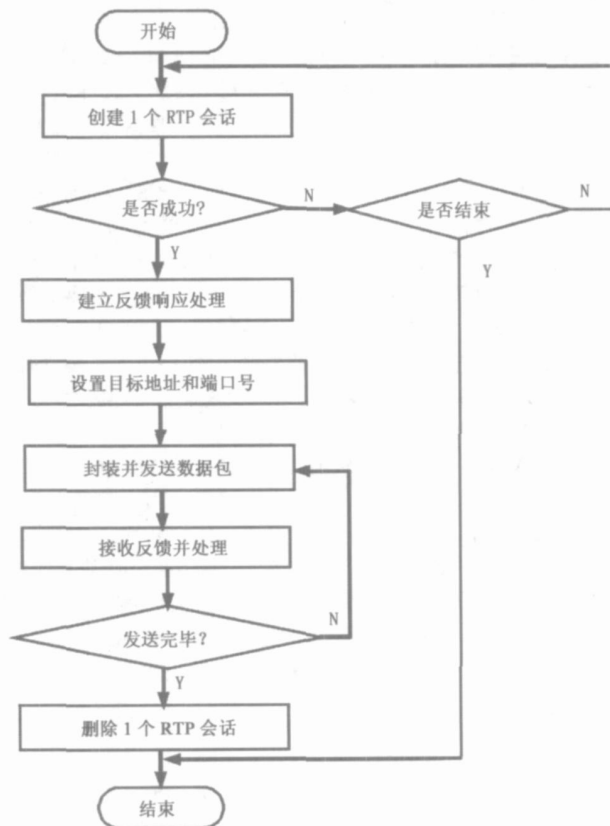


图 4 RTP 传输的发送流程图

于宽带范畴, 可以满足个人和社会信息化的需求。Wi-Fi 是一种无线局域网接入技术, 其信号传输半径只有几百米远。Wi-Fi 的目的是使各种便携设备 (手机、笔记本电脑、PDA 等) 能够在小范围内通过自行布设的接入设备接入局域网, 从而实现与 Internet 的联接<sup>[8]</sup>。Wi-Fi 网络使用无绳电话等设备所使用的公用信道, 只要有一个“热点”和一个高速互联网连接, 就可在其周围数百米的距离内架设一个 Wi-Fi 网络。“热点”即 AP, 一般翻译为“无线访问节点”或“桥接器”。主要在媒介访问控制层 MAC 中扮演无线工作站及有线局域网的桥梁。

本系统的应用程序采用 Java 的 applet 编写。applet 具有可视化内容并且可嵌入到 Web 网页中产生特殊页面效果的小程序, 通过它实现客户端和视频服务器的通信, 用户可以在远程 IE 上随时监控本地的视频。

### 4 结束语

本文根据现有技术趋势, 提出了采用 CDMA 无线传输技术和 Wi-Fi 技术实现的无线局域网接入, 设计了一种基于嵌入式和无线技术的视频监控系系统。可以在 CDMA 无线网络 (50~60 kps) 和 10.0 Mbps 的宽带网络之间较好地实时传输 20 帧/s 的 MPEG-4 视频图像, 图像质量达到 3.5 级标准以上, 并具有较强的自适应能力, 从真正意义上实现了监控系统的无线化。随着无线传输带宽的不断增大, 图像质量不断提高, 为了提高图像的处理速度和软件运行速度, 可以选用主频更高的处理器 S3C2440, 也可采用使网络视频服务器性能更佳 ARM+DSP 结构 (其中 ARM 用于控制, DSP 用于视频数据处理)。

(下转第 1145 页)

②分系统调试好后,用USB接口电缆连接好计算机。

③启动计算机,进入主菜单,选择自检,自检合格后,方可进行炮控系统的测试。

④测试过程按中文界面提示进行操作,测试内容应符合技术说明书中所规定的性能指标要求。

#### 4 软件设计

设备测控软件应符合通用化、组合化的设计原则,满足软件重用性、仪器无关性、功能扩展性以及版本升级、跨平台运行的要求。为达到模块化、通用化的要求,系统开发受控于数据库的通用检测平台,通过对数据库的操作实现对测试项目的选择和对测试流程的控制,进而实现软件的高效开发、使用和维护。系统的软件组成包括主控程序模块、测试功能模块库、交互功能模块库、文档库、功能模块库以及在线帮助等,其结构框图见图4。

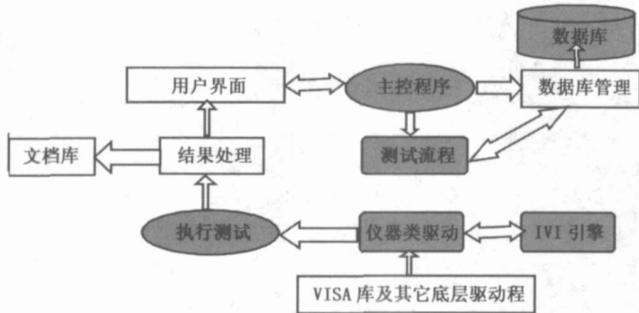


图4 软件结构框图

软件的主要作用是将数据采集后的数字信号通过微计算机显示出来,同时将已测试的信号和微计算机内置的电路仿真软件进行比较,确定仿真软件的可行性。设备软件采用模块化结构,待测对象检测功能的开发选择在仪器控制、虚拟面板设计、硬件访问方面具有独特功能的LabVIEW虚拟仪器仿真软件、测试功能模块的IVI程序<sup>[3]</sup>。

##### 4.1 LabVIEW虚拟仪器仿真软件

炮控系统检测维修设备采用的是NI公司的LabVIEW虚拟仪器开发软件,该软件的开发环境主要是面向测试工程师而非专业程序员,以此相对于VisualC++、Visual Basic等编程软件而言,简单易学、易于理解和修改;而且,LabVIEW具有强大的人机交互界面设计能力,易于实现各种复杂的仪器面

板。与传统的编程语言比较,LabVIEW图形化编程语言的主要特点<sup>[4]</sup>包括:

(1)系统提供各种测试、控制和数据分析功能模块的图标,检测维修设备根据实际需要来自定义或设置这些图标。

(2)编程的过程就是设计和定义流程图,通过连接代表各种功能模块的图标来建立检测维修设备的应用程序。

(3)继承了传统编程语言中结构化和模块化的编程优点,检测维修设备编程方便。

(4)为检测维修设备面板设计、数据可视化分析提供了许多专门工具和对象。电路、各级放大电路等等。通过仿真电路,能在计算机上显示出各仿真电路各级甚至是各个元器件的输入和输出信号,掌握电路的正常工作信号特征,为实际炮控系统故障排除打下基础。

##### 4.2 测试功能模块的IVI程序开发

测试功能模块对PCI板卡进行控制和通讯,是实现整个系统硬件可互换性的关键。应用NI开发的IVI驱动程序库,可以方便地开发出测试功能模块。当系统安装新的仪器驱动器时,IVI专用驱动器信息、位置信息和仪器物理硬件地址信息将更新。更新仪器就只需要修改与所定义的逻辑名称相关联的专用驱动器。系统配置完成后,就可以调用IVI类驱动,编写与设备硬件完全独立的测试程序。

#### 5 结论

虚拟仪器技术作为计算机技术与仪器技术相结合的创新技术,应用前景十分广阔。基于虚拟仪器技术研制的某型炮控系统检测维修设备,利用IVI技术高执行性、开发灵活性、仿真特性,及可互换性,以缩短开发时间,降低开发费用。适应了现代测试系统网路化、智能化的发展趋势。

本文作者创新点:将虚拟仪器技术与实际装备检测维修相结合,以适应不同的作战环境与保障方式需要,简化了检测维修过程,提高炮控系统维修保障能力。

##### 参考文献:

- [1] 杨锁昌,孟晨,黄考利.仪器无关测试系统IVI配置文件的管理[J].计算机自动测量与控制,2001,9(4):4-6.
- [2] 罗锦,等.基于VXI总线的导弹自动测试系统设计[J].国外电子测量技术,2002,21(02).
- [3] 王毅峰,温希东.基于CAN总线的数据采集模块的设计[J].微计算机信息,2005,11-2:58-60.
- [4] 张德宝.自行火炮电气设备[M].北京:通用装备保障部,2002.

(上接第1134页)

##### 参考文献:

- [1] 王晓明.一种MPEG-4视频采集与传输系统的研究与实现[J].计算机测量与控制,2005,13(8):869-871.
- [2] 魏武,李善劲.基于ARM-Linux和CDMA的远程视频监控系统[J].电子工程师,2006,32(7):74-76.
- [3] 鹿宝生,陈启美,丁胜军.基于TMS320DM642的嵌入式网络视频服务器的实现[J].计算机工程与设计,2006,27(13):2362-2364.

- [4] 汪庆年,李桂勇,元美玲.基于S3C2410网络视频监控系统的设计与实现[J].微计算机信息,2007,12-2:161-163.
- [5] 王学龙.嵌入式Linux系统设计与应用[M].北京:清华大学出版社,2001:361-375.
- [6] 艾书华,徐立鸿,徐盛林.MPEG-4在嵌入式视频监控系统中的实现[J].计算机测量与控制,2006,14(1):67-69,102.
- [7] 裘英,王库.基于RTP协议的网络视频监控系统的实现[J].微计算机应用,2006,27(4):436-439.
- [8] 吴红举,沈建华.嵌入式WiFi技术研究与通信设计[J].单片机与嵌入式系统应用,2005,5(6):5-7.